

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 10 月 10 日 (10.10.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/080254 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/31, 21/205, B01J 19/08, C23C 16/511, H01L 21/265, 21/3065, H05H 1/46

[JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/03113

(71) 出願人 および

(72) 発明者: 大見 忠弘 (OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 〒980-0813 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1-17-301 Miyagi (JP).

(22) 国際出願日: 2002 年 3 月 28 日 (28.03.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(72) 発明者; および

(26) 国際公開の言語: 日本語

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 平山 昌樹 (HIRAYAMA, Masaki) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻内 Miyagi (JP). 須川 成利 (SUGAWA, Shigetoshi) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻内 Miyagi (JP). 後藤 哲也 (GOTO, Tetsuya) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻内 Miyagi (JP).

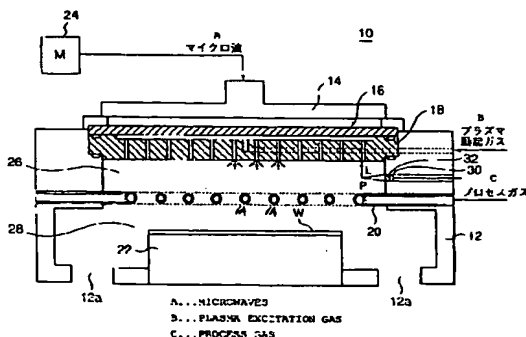
(30) 優先権データ:  
特願2001-094277 2001 年 3 月 28 日 (28.03.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)

[続葉有]

(54) Title: MICROWAVE PLASMA PROCESS DEVICE, PLASMA IGNITION METHOD, PLASMA FORMING METHOD, AND PLASMA PROCESS METHOD

(54) 発明の名称: マイクロ波プラズマプロセス装置、プラズマ着火方法、プラズマ形成方法及びプラズマプロセス方法



(57) Abstract: A microwave plasma process device (10) is provided with a plasma ignition enhancing means for enhancing plasma ignition by microwaves. The plasma ignition enhancing means comprises a deuterium lamp (30) which generates vacuum ultraviolet rays, and a penetration window (32) guiding the vacuum ultraviolet rays, which have penetrated the same, to a plasma excitation space (26). The penetration window (32) is constructed as a convex lens, focusing the vacuum ultraviolet rays to enhance the ionization of the plasma excitation gas. Such arrangement makes it possible to effect plasma ignition easily and rapidly.

(57) 要約:

マイクロ波プラズマプロセス装置 (10) に、マイクロ波によるプラズマ着火を促進するプラズマ着火促進手段を設ける。プラズマ着火促進手段は、真空紫外光を発生する重水素ランプ (30) と、真空紫外光を透過してプラズマ励起用空間 (26) に導く透過窓 (32) とを有する。透過窓 (32) は凸レンズとして構成され、真空紫外光を集束してプラズマ励起ガスの電離を促進する。かかる構成により、プラズマ着火を容易に且つ迅速に行うことができる。

WO 02/080254 A1



(74) 代理人: 伊東 志彦 (ITOH, Tadahiko); 〒150-6032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

マイクロ波プラズマプロセス装置、プラズマ着火方法、プラズマ形成方法及びプラズマプロセス方法

5

技術分野

本発明はプラズマプロセス装置に係り、特にマイクロ波により励起したプラズマによりプラズマプロセスを行うマイクロ波プラズマプロセス装置に関する。

10 背景技術

近年、プラズマプロセス装置において、マイクロ波プラズマプロセス装置が注目されている。マイクロ波プラズマプロセス装置は、平行平板型プラズマプロセス装置やECRプラズマプロセス装置のような他のプラズマプロセス装置と比較してプラズマポテンシャルが低いため、低い電子温度及び低いイオン照射エネルギーを有するプラズマを発生することができる。

15

したがって、マイクロ波プラズマプロセス装置によれば、プラズマ処理を施す基板に対する金属汚染やイオン照射によるダメージを防止することができる。また、プラズマ励起空間をプロセス空間から分離することが可能なため、基板材料や基板上に形成されたパターンに依存しないプラズマプロセスを施すことができる。

20

マイクロ波プラズマプロセス装置では、プロセスチャンバ内にプラズマ励起ガスを導入してからマイクロ波をプラズマ励起ガスに導入することにより、マイクロ波によりプラズマ着火を行う。しかし、マイクロ波は周波数が高いため、プラズマ励起ガスの電子を十分に加速する前に電界が反転してしまい、プラズマ着火が起り難いという特性を有している。加えて、近年のプラズマプロセスは、例えば67Pa（約0.5Torr）以下というような非常に低圧での処理が要求され場合があり、このような低圧ではプラズマ励起ガスの密度が低く、プラズマ着火が困難となるといった問題がある。

25

また、マイクロ波アンテナからマイクロ波を放射するマイクロ波プラズマプロ

セス装置は、平行平板型プラズマプロセス装置と異なり、被処理基板に対して電界を印加しないので、自由電子の放出といったプラズマ着火のきっかけとなる現象が起こらず、より一層この問題を深刻なものとしている。

- 現状でのマイクロ波プラズマプロセス装置では、プラズマ着火時にプロセスチャンバ内の圧力を高く、例えば133Pa（約1 Torr）に設定してマイクロ波による着火が起こり易いようにしておき、着火後に圧力を例えば7Pa（約50mTorr）に下げる、といった着火方法が一般的である。しかし、このような方法では、着火のためだけにプロセスチャンバ内の圧力を上昇し、着火後に再び圧力を下げるといった、本来のプラズマプロセスには必要のない制御を行うこととなり、実際のプラズマプロセスを行うまでの準備時間が長くなり、スループットの悪化を招いてしまう。

#### 発明の開示

- 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、プロセス処理を行なう所望の圧力においてプラズマ着火を容易に且つ迅速に行うことのできるマイクロ波プラズマプロセス装置、プラズマ着火方法、プラズマ形成方法及びプラズマプロセス方法を提供することを目的とする。

上記の課題を解決するために本発明では、次に述べる各手段を講じたことを特徴とするものである。

- 本発明の手段は、マイクロ波によりプラズマを発生してプラズマプロセスを行うマイクロ波プラズマプロセス装置であって、マイクロ波によるプラズマ着火を促進するプラズマ着火促進手段を有することを特徴とするものである。

- 本発明の他の手段は、マイクロ波によるプラズマ着火方法であって、プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、真空紫外光、エックス線、レーザビーム、電子ビーム、エキシマランプ光のうち少なくとも一つを投射し、前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスにマイクロ波を導入してプラズマ着火することを特徴とするものである。

本発明の他の手段は、マイクロ波アンテナからマイクロ波を放射してプラズマ

を形成するプラズマ形成方法であって、プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、前記プロセスチャンバに設けられた真空紫外光透過窓を介して、真空紫外光を投射し、前記透過窓により前記真空紫外光を所定の位置に集中し、前記プラズマ励起ガスの少なくとも一部を電離させ、前記マイクロ波を前記プロセスチャンバ内に放射することによりプラズマを着火することを特徴とするものである。

本発明の他の手段は、マイクロ波アンテナからマイクロ波を放射して形成したプラズマにより、被処理基体に処理を行なうプラズマプロセス方法であって、プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、前記プロセスチャンバに設けられた真空紫外光透過窓を介して、真空紫外光を投射し、前記透過窓により前記真空紫外光を所定の位置に集中し、前記稀ガスの少なくとも一部を電離させ、前記マイクロ波を前記プロセスチャンバ内に放射することによりプラズマを着火し、プラズマ着火後に前記プロセスチャンバ内に前記被処理基体を処理するためのプロセスガスを導入することを特徴とするものである。

上述の発明によれば、マイクロ波によるプラズマ着火を促進するプラズマ着火促進手段が設けられるため、マイクロ波だけではプラズマ着火が困難な条件であっても、容易に且つ迅速にプラズマ着火を行なうことができる。プラズマ着火促進手段としては、真空紫外光、エックス線、レーザービーム、電子ビーム、エキシマランプ光等をプラズマ励起用空間に投射することによりプラズマ着火を促進する構成があるが、特に重水素ランプにより発生した例えば波長が135nmの真空紫外光を透過窓を通じてプロセスチャンバ内のプラズマ励起用空間に投射することが好ましい、プラズマ励起用空間内のプラズマ励起ガスは、真空紫外光により電離して、プラズマ発生の種が形成される。ここにマイクロ波を導入することでプラズマを容易に発生させることができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施の形態によるマイクロ波プラズマプロセス装置の概略構成図；

図2は、半導体ウェハに対する透過窓の焦点位置を示す平面図；

図3は、図1に示すマイクロ波プラズマプロセス装置により行われるプラズマ  
5 プロセスのフローチャート；

図4は、図1に示すマイクロ波プラズマプロセス装置の変形例を示す概略構成図；

図5は、図1に示すマイクロ波プラズマプロセス装置の他の変形例を示す概略構成図である。

10

#### 発明を実施するための最良の形態

次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。図1は本発明の一実施の形態によるマイクロ波プラズマプロセス装置の概略構成図である。

図1に示すマイクロ波プラズマプロセス装置10は、プロセスチャンバ12と、  
15 プロセスチャンバ12の上部に設けられたスロットアンテナ（マイクロ波アンテナ）14と、スロットアンテナ14の下方に設けられた誘電体隔壁16と、誘電体隔壁16の下に設けられたプラズマ励起ガス用シャワープレート18と、プラズマ励起ガス用シャワープレート18の下に設けられたプロセスガス用シャワープレート20と、プロセスガス用シャワープレート20の下に設けられた載置台  
20 22と、マイクロ波を発生するマグネトロン24とよりなる。

マグネトロン24により発生した、例えば2.45GHzのマイクロ波は、導波管（図示せず）を介してスロットアンテナ14へと導かれる。スロットアンテナ14へと導かれたマイクロ波は、誘電体隔壁16とプラズマ励起ガス用シャワープレート18とを通過して、プラズマ励起用空間26へと導入される。

25 プラズマ励起用空間26には、プラズマ励起ガス用シャワープレート18から例えばアルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）等の稀ガスよりなるプラズマ励起ガスが供給され、プラズマ励起ガスがマイクロ波により励起されてプラズマが発生する。プラズマ励起用空間26において発生したプラズマは、例えば格子状に形成されたプロセスガス用シャワープレート20の開口部分を通

過してプロセス空間 28 へと供給される。

プロセスガス用シャワープレート 20 からは、所定のプロセスガスがプロセス空間 28 に供給される。プロセス空間 28 に配置された載置台 22 には、被処理体としてシリコンウェハ等の半導体ウェハ W が載置され、プロセスガスとプラズマにより所定のプラズマプロセスが施される。プラズマプロセスの結果生じる排気ガスは、プロセスチャンバ 12 の底部に設けられた排気口 12a を介して真空ポンプ（図示せず）により排気される。

次に、マイクロ波プラズマプロセス装置 10 におけるプラズマ着火について説明する。

10     マイクロ波プラズマプロセス装置 10 では、プラズマプロセス空間 26 において、導入されたマイクロ波によりプラズマ着火が行われる。しかし、プロセスチャンバ 12 内の圧力が低いと、マイクロ波だけではプラズマ着火を誘発することが難くなる。そこで、本実施の形態によるマイクロ波プラズマプロセス装置 10 には、マイクロ波によるプラズマ着火を補助あるいは促進するためのプラズマ着火促進手段が設けられている。

本実施の形態におけるプラズマ着火促進手段は、プラズマ励起用空間 26 を画成するプロセスチャンバ 12 の側壁に設けられた重水素ランプ 30 と透過窓 32 とよりなる。重水素ランプ 30 は、波長 135 nm の真空紫外光を発生する。発生した真空紫外光は、透過窓 32 を透過してプラズマ励起用空間 26 に入射する。

20     プラズマ励起用空間 26 に入射した真空紫外光は、プラズマ励起ガスの電離を誘発してマイクロ波によるプラズマ着火を促進する、なお、透過窓 32 は、波長の短い真空紫外光が吸収されないように、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{LiF}$  等の材料により形成することが好ましい。また、真空紫外光は、圧力が 1.34 Pa (0.01 Torr) ~ 13.4 Pa (0.1 Torr) 付近での電離効率が極めて良い

25     ので、本発明によるプラズマ着火促進手段での使用に好適である。

上述のように、重水素ランプ 30 により発生する真空紫外光は波長が短く、大きなエネルギーを有しており、稀ガスよりなるプラズマ励起用ガスを効率良く電離することができる。例えば、プラズマ励起用ガスとしてクリプトン (Kr) が用いられた場合を想定する。クリプトン原子から電子が放出されるために必要なエ

エネルギーは13.8 eVである。ここで、波長135 nmの真空紫外光のエネルギーは9 eVであり、2光子吸収により18 eVのエネルギーがクリプトン原子に与えられると、クリプトン原子から電子が放出される。

すなわち、波長135 nmの真空紫外光をクリプトン原子に照射することによりクリプトン原子から電子が放出され、これによりクリプトンガスの電離が誘発される。このような状態のクリプトンガスにマイクロ波を導入することにより、容易にプラズマ着火を行うことができる。

ここで、2光子吸収を達成するには、連続的にエネルギーをクリプトン原子に与えることが必要になるため、電離を起こさせる対象となるクリプトン原子に対する真空紫外光の強度が大きい方が好ましい。このため、透過窓32を凸レンズとして構成し、プラズマ励起用空間26の所定の位置に真空紫外光を集束させることが好ましい。真空紫外光を集束させる位置Pとしては、マイクロ波による電界の最も強くなる位置がさらに好ましい。このような位置として、プラズマ励起用空間26におけるマイクロ波の定在波の節と節の間部分、すなわち定在波の腹の部分が挙げられる。

本実施の形態によるマイクロ波プラズマプロセス装置10には、導電体よりなるプロセスガス用シャワープレート20が設けられており、プラズマ励起用シャワープレート18によりマイクロ波が反射されることにより、プラズマ励起用シャワープレート18とプロセスガス用シャワープレート20との間で定在波が発生する。したがって、本実施の形態では、透過窓32を凸レンズとし構成し、透過窓32の焦点がプラズマ励起用シャワープレート18からの距離Lが定在波の腹に相当する位置Pとなるように位置合わせしている。すなわち、距離Lは、マイクロ波の波長 $\lambda$ の $1/4$  ( $\lambda/4$ ) に等しい。

したがって、透過窓32により集束された強度の大きい真空紫外光が、プラズマ励起用空間26内の最も電離しやすい部分に投射されるので、容易に2光子吸収を達成することができ、プラズマ着火を一層促進することができる。なお、上述の距離Lは、マイクロ波の波長の $1/4$ の距離に限られることはなく、定在波の腹に相当する距離である例えば $3/4$ ,  $5/4$  ( $n/4$ :  $n$ は整数) 等の距離としてもよい。



ここで、図2は半導体ウェハWを垂直上方から見た場合のプラズマ励起用空間26の平面図である。真空紫外光を集束する位置P（すなわち凸レンズとして構成した透過窓の焦点位置）は、図2に示すように、被処理基体である半導体ウェハから垂直上方に延在する領域以外の領域とすることが好ましい。すなわち、半導体ウェハの上方近傍でプラズマ着火が生じると、プラズマ着火がプラズマ励起用ガスを伝播する経路に半導体ウェハが存在することとなり、半導体ウェハに悪影響を及ぼすおそれがある。これを回避するため、プラズマ着火が起こる位置を半導体ウェハから垂直上方に延在する領域以外の位置とすることが好ましい。なお、図2において、プロセスガス用シャワープレート20の図示は省略されている。

以上のように、本実施の形態によるマイクロ波プラズマプロセス装置10では、図3に示すように、まず、プロセスチャンバ12内を所定の真空雰囲気となるまで排気し（ステップ1）、その後、プラズマ励起用空間26にプラズマ励起ガスを供給する（ステップ2）。そして、重水素ランプ30により真空紫外光を発生して、真空紫外光を透過窓32を介してプラズマ励起用空間26に向けて投射する（ステップ3）。真空紫外光によりプラズマ励起ガスの電子が放出された状態で、スロットアンテナ14からプラズマ励起用空間26にマイクロ波を導入してプラズマ着火を行う（ステップ4）。プラズマ着火が起こると、その後はプラズマが連続して生成される。生成されたプラズマはプロセスガス用シャワープレート20の開口部分を通してプロセス空間28に供給され、プロセスガス用シャワープレート20から供給されたプロセスガスとプラズマとにより、半導体ウェハWに所定のプラズマプロセスが施される（ステップ5）。

例えば、シリコンウェハ上にシリコンの酸化膜、窒化膜、又は酸窒化膜を形成する場合は、プロセスガスとして、 $O_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2$ 、 $H_2$ 等がプロセスガス用シャワープレート20からプロセス空間28へと供給される。また、シリコンウェハ等にエッチング処理を施す場合は、プロセスガスとして、フルオロカーボン又はハロゲン系ガスがプロセスガス用シャワープレート20からプロセス空間28へと供給される。

ここで、プロセスガスは、プロセスガス用シャワープレート20によりプラズ

マ励起用空間 26 から分離されたプロセス空間 28 に供給され、ウェハ W からプロセスチャンバ 12 の底部に設けられた排気口 12a に向かって流れるので、プロセスガスがプラズマ励起用空間 26 に進入することはない。したがって、プラズマ着火時にはプラズマ励起用空間 26 にプロセスガスは存在せず、プラズマ着火時におけるプロセスガスの解離に起因する問題を防止することができる。

5       なお、上述の実施の形態では、重水素ランプ 30 と透過窓 32 とをプロセスチャンバ 12 の側壁に設けたが、図 4 に示すマイクロ波プラズマプロセス装置 10A では、プロセスチャンバ 12 の底部に設けている。この場合、プラズマ励起用空間を画成する壁面を滑らかな状態に維持しておくことができるため、プラズマ励起用空間を画成する壁面の不連続性に起因したマイクロ波による異常放電の発生を防止することができる。

10       また、図 5 に示すように、重水素ランプ 30 をプロセスチャンバ 12 の外周に取り付け、重水素ランプ 30 と透過窓 32 との間に形成される空間を真空中に維持することとしてもよい。重水素ランプ 30 から放射される波長 135 nm の真空紫外光は空気に吸収されてしまうため、真空紫外光の通過する空間を真空中に維持するものである。重水素ランプ 30 と透過窓 32 との間に形成される空間を真空中に維持する代わりにヘリウム (He) を充填することとしてもよい。

15       また、重水素ランプ 30 がリフレクタを有しており、リフレクタにより真空紫外光を集光する構成であれば、透過窓 32 を凸レンズ構成とする必要はなく、平板状の透過窓であってもよい。

20       また、上述の実施の形態では、プラズマ着火促進手段として、真空紫外光を投射する構成について説明したが、これに限定されるものではなく、プラズマ励起ガスの電離を行なうことができるものであれば他の構成も用いることができる。例えば、真空紫外光の代わりに、エックス線、レーザビーム、電子ビーム、エキシマランプ光等を投射してプラズマ励起ガスの電離を行なうこととしてもよい

#### 産業上の利用可能性

上述の如く本発明によれば、マイクロ波によるプラズマ着火を促進するプラズマ着火促進手段が設けられるため、マイクロ波だけではプラズマ着火が困難な条

件であっても、容易に且つ迅速にプラズマ着火を行なうことができる。プラズマ着火促進手段として、重水素ランプにより発生した真空紫外光を透過窓を通じてプロセスチャンバ内のプラズマ励起用空間に投射する構成とすれば、簡単な構成でプラズマ着火を促進することができる。

## 請求の範囲

1. マイクロ波によりプラズマを発生してプラズマプロセスを行うマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
マイクロ波によるプラズマ着火を促進するプラズマ着火促進手段を有すること
- 5 を特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
  2. 請求項1記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記プラズマを発生するマイクロ波は、プロセスチャンバの一部を形成するマイクロ波透過窓を介して、マイクロ波アンテナより前記プロセスチャンバ内に放射されることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
- 10 3. 請求項1記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記プラズマ着火促進手段は、真空紫外光、エックス線、レーザビーム、電子ビーム、エキシマランプ光のうち少なくとも一つをプラズマ励起用空間に投射することによりプラズマ着火を促進することを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
- 15 4. 請求項3記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記プラズマ着火促進手段は、真空紫外光を発生する重水素ランプと、該真空紫外光を透過して前記プラズマ励起用空間に導く透過窓とを有することを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
  5. 請求項4記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、
- 20 前記重水素ランプと前記透過窓との間の空間を真空中に維持することを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
  6. 請求項4記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記重水素ランプと前記透過窓との間の空間にヘリウムが充填されることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
- 25 7. 請求項4項記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記重水素ランプと前記透過窓は、前記プラズマ励起用空間を画成するプロセスチャンバの側壁に設けられることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。
  8. 請求項4記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、

前記重水素ランプと前記透過窓はプロセスチャンバの底部に設けられることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

9. 請求項4記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記透過窓は、前記プラズマ励起用空間の所定の位置に焦点が合わせられた凸  
5 レンズとして構成されることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

10. 請求項9記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記所定の位置は、被処理基体の垂直上方に延在する領域以外の位置であることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

11. 請求項9記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
10 前記所定の位置は、前記プロセスチャンバ内に放射されたマイクロ波の電界が最大となる位置であることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

12. 請求項9記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記所定の位置は、前記プラズマ励起用空間にプラズマ励起ガスを導入するためのシャワープレートから、マイクロ波の波長の $n/4$  ( $n$ は整数) に等  
15 しい距離だけ離れた位置であることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

13. 請求項4記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記透過窓の材質は、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{LiF}$ から選択されることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

- 20 14. 請求項3記載のマイクロ波プラズマプロセス装置であって、  
前記プラズマ励起用空間は、プロセスガス用シャワープレートによりプロセス空間から分離されており、プロセスガスは前記プロセスガス用シャワープレートから前記プロセス空間に供給され、これによりプロセスガスのプラズマ励起用空間への進入が防止されることを特徴とするマイクロ波プラズマプロセス装置。

- 25 15. マイクロ波によるプラズマ着火方法であって、  
プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、  
前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、  
前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、真空紫外光、エックス線、レーザビーム、電子ビーム、エキシマランプ光のうち少なくとも一つを投射

し、

前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスにマイクロ波を導入してプラズマ着火することを特徴とするプラズマ着火方法。

16. マイクロ波アンテナからマイクロ波を放射してプラズマを形成するプラズマ形成方法であって、

プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、

前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、

前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、前記プロセスチャンバに設けられた真空紫外光透過窓を介して、真空紫外光を投射し、

- 10 前記透過窓により前記真空紫外光を所定の位置に集中し、

前記プラズマ励起ガスの少なくとも一部を電離させ、

前記マイクロ波を前記プロセスチャンバ内に放射することによりプラズマを着火することを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマ形成方法。

17. マイクロ波アンテナからマイクロ波を放射して形成したプラズマにより、被処理基体に処理を行なうプラズマプロセス方法であって、

プロセスチャンバ内を所定の真空雰囲気になるように排気し、

前記プロセスチャンバにプラズマ励起ガスを導入し、

前記プロセスチャンバ内のプラズマ励起ガスに対して、前記プロセスチャンバに設けられた真空紫外光透過窓を介して、真空紫外光を投射し、

- 20 前記透過窓により前記真空紫外光を所定の位置に集中し、

前記稀ガスの少なくとも一部を電離させ、

前記マイクロ波を前記プロセスチャンバ内に放射することによりプラズマを着火し、

- 25 プラズマ着火後に前記プロセスチャンバ内に前記被処理基体を処理するためのプロセスガスを導入することを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマプロセス方法。

18. 請求項17記載のプラズマプロセス方法であって、

前記プラズマ励起ガスは、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe) を含む稀ガスよりなることを特徴とするプラズマプロセス方法。

19. 請求項17記載のプラズマプロセス方法であって、前記プロセスガスは、 $O_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2$ 及び $H_2$ のうち少なくとも一つを含むことを特徴とするプラズマプロセス方法。
20. 請求項19記載のプラズマプロセス方法であって、
- 5 前記被処理基体はシリコンウェハであり、前記プロセスガスをプロセス空間に導入して前記シリコンウェハ上にシリコン酸化膜、窒化膜及び酸窒化膜のうち少なくとも一つを形成することを特徴とするプラズマプロセス方法。
21. 請求項17記載のプラズマプロセス方法であって、前記プロセスガスはフルオロカーボン又はハロゲン系ガスであることを特徴とするプラズマプロセス方法。
- 10 22. 請求項21記載のプラズマプロセス方法であって、  
前記プロセスガスをプロセス空間に導入して前記被処理基体にエッチング処理を施すことを特徴とするプラズマプロセス方法。
23. 請求項17項記載のプラズマプロセス方法であって、
- 15 前記被処理基体が配置されるプロセス空間から分離されたプラズマ励起用空間にプラズマ励起ガスを供給し、プロセスガスを前記プロセス空間に供給することにより、プラズマ着火時におけるプロセスガスのプラズマ励起用空間への進入を防止することを特徴とするプラズマプロセス方法。

**FIG. 1**

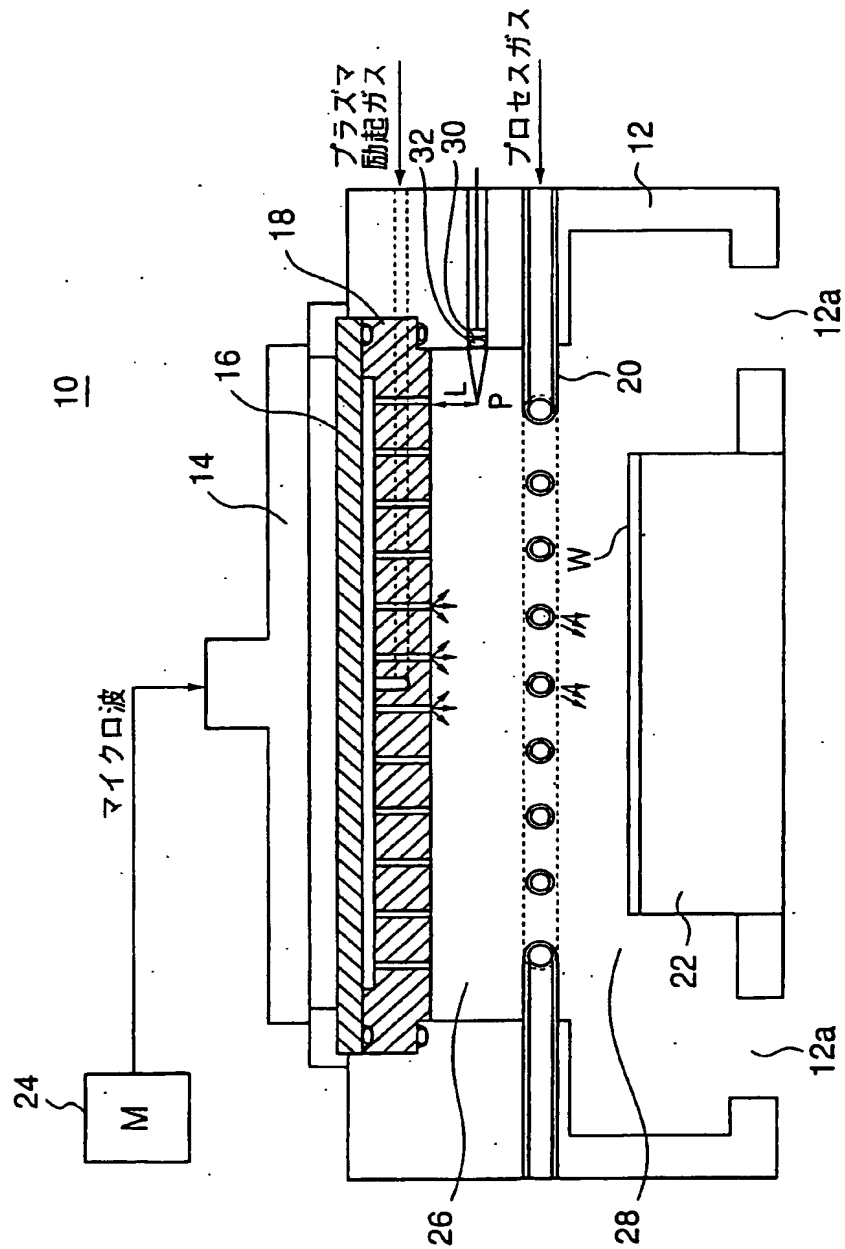




FIG. 2

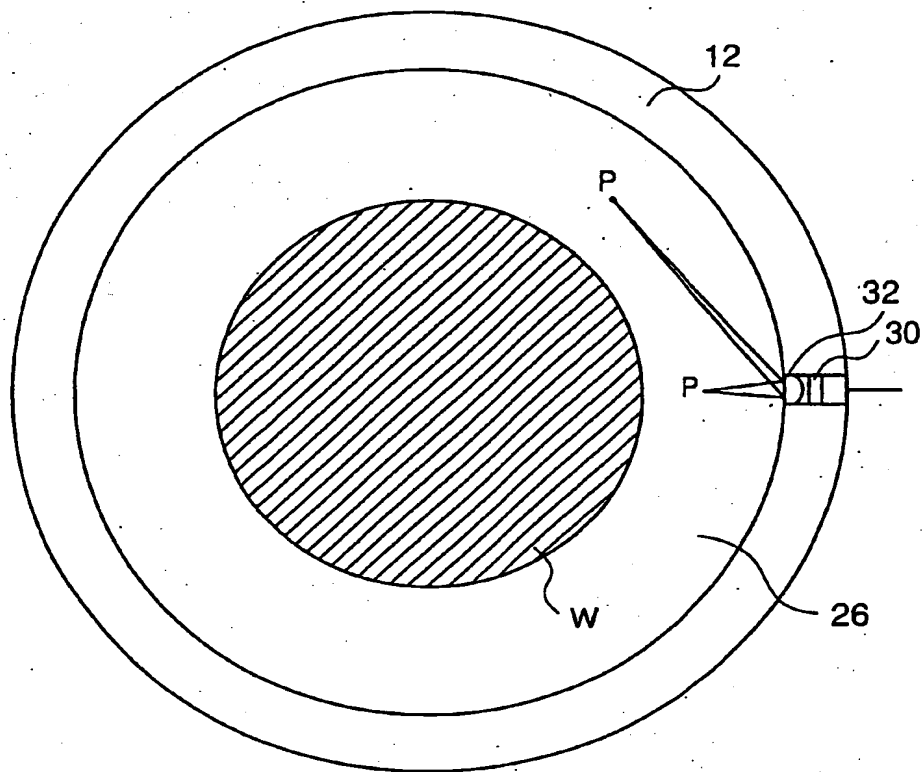


FIG. 3

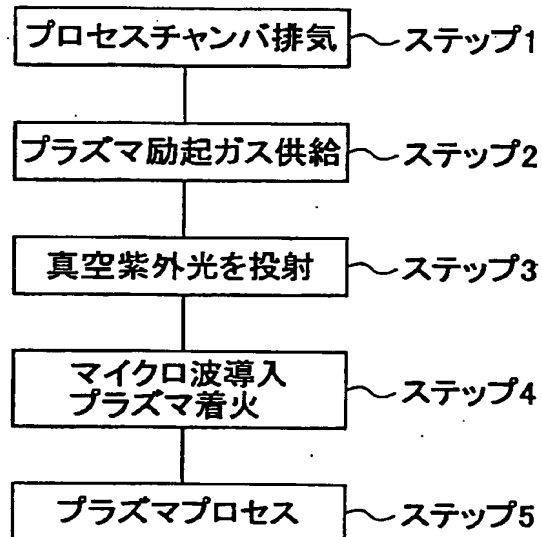
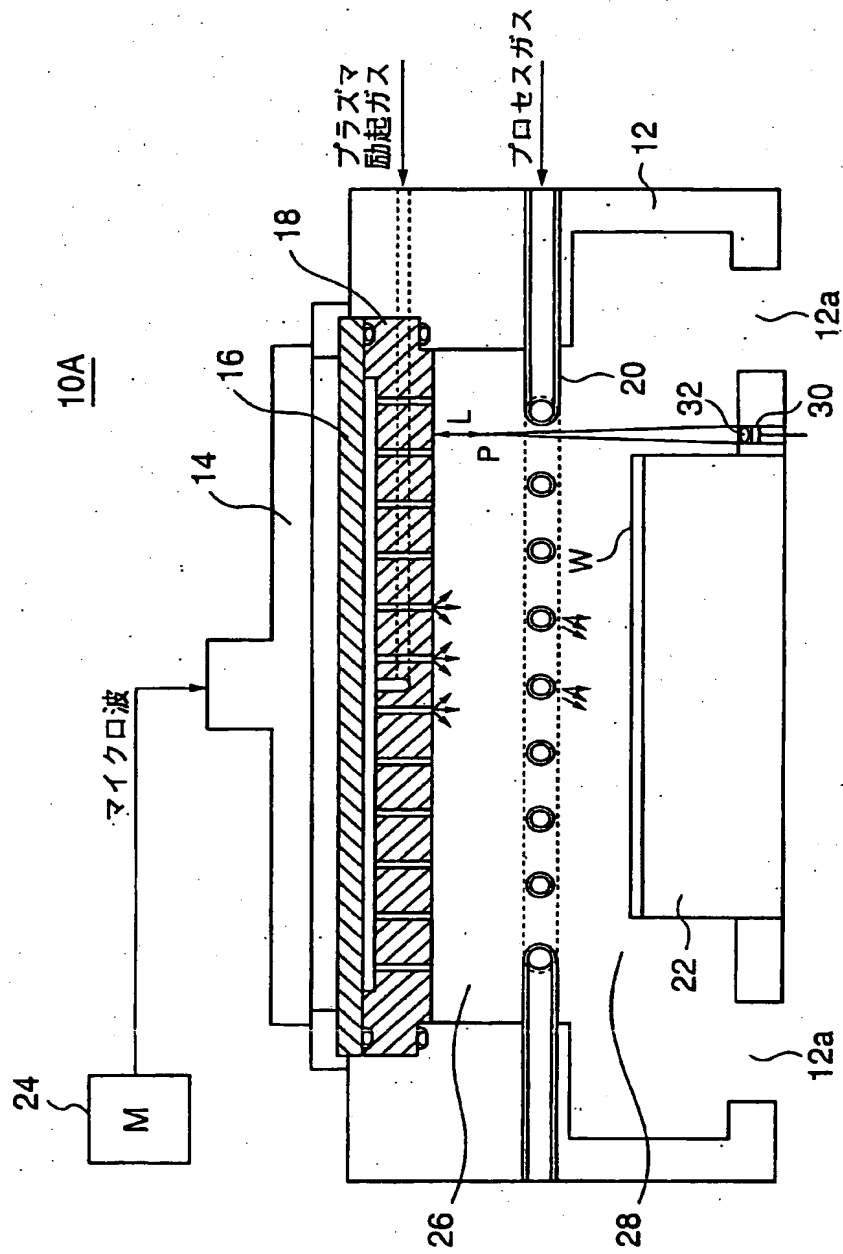
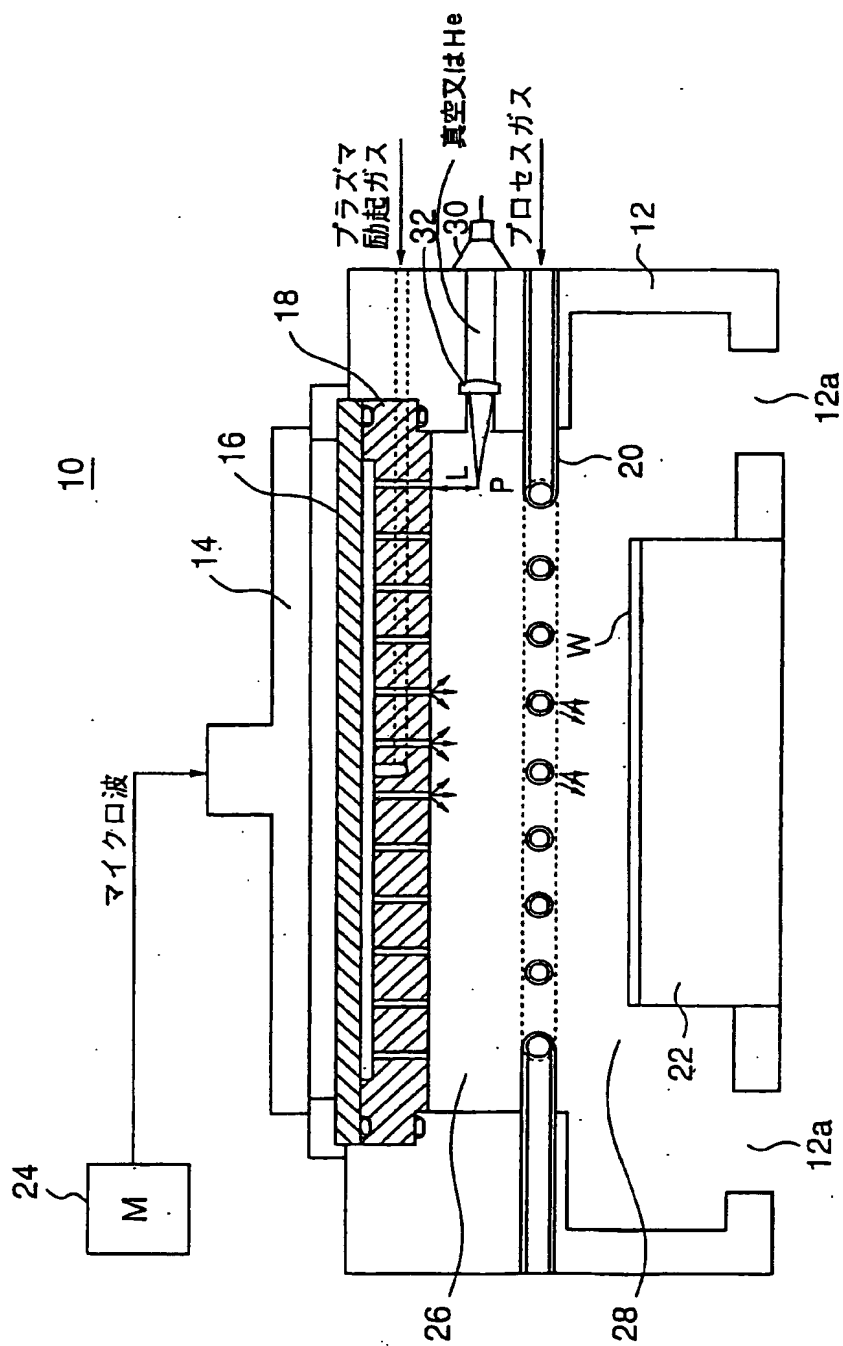


FIG. 4



**FIG. 5**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03113

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/31, H01L21/205, B01J19/08, C23C16/511, H01L21/265,  
H01L21/3065, H05H1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/31, H01L21/205, B01J19/08, C23C16/511, H01L21/265,  
H01L21/3065, H05H1/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2-151021 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 11 June, 1990 (11.06.90), Claim 4; page 3, lower left column, lines 5 to 13 (Family: none)	1-11, 13, 15-23
X	JP 6-342768 A (Anelva Corp.), 13 December, 1994 (13.12.94), Par. Nos. [0008], [0018] (Family: none)	1-11, 13, 15-23
X	JP 9-115694 A (Tokyo Electron Ltd.), 02 May, 1997 (02.05.97), Full text (Family: none)	1-11, 13, 15-23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
14 June, 2002 (14.06.02)

Date of mailing of the international search report  
25 June, 2002 (25.06.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03113

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5468296 A (LSI Logic Corp.), 21 November, 1995 (21.11.95), Full text & JP 7-211490 A Claim 9	3
Y	JP 8-22129 A (Nikon Corp.), 23 January, 1996 (23.01.96), Par. Nos. [0002], [0014] (Family: none)	5, 6
Y	JP 10-102251 A (Toshio Goto), 21 April, 1998 (21.04.98), Par. No. [0022] (Family: none)	13
Y	JP 63-158798 A (Fujitsu Ltd.), 01 July, 1988 (01.07.88), Claims; Fig. 1 (Family: none)	9-11
Y	JP 6-302525 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 28 October, 1994 (28.10.94), Claim 3 (Family: none)	9-11
Y	JP 11-111708 A (Tokyo Electron Ltd.), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text (Family: none)	23
A	JP 11-168094 A (NEC Corp.), 22 June, 1999 (22.06.99), Figs. 8 to 10 (Family: none)	12, 14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L21/31, H01L21/205, B01J19/08, C23C16/511, H01L21/265, H01L21/3065, H05H1/46

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L21/31, H01L21/205, B01J19/08, C23C16/511, H01L21/265, H01L21/3065, H05H1/46

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2-151021 A (工業技術院長) 1990. 06. 1 1、請求項4、第3頁左下欄第5-13行 (ファミリーなし)	1-11, 13, 15-2 3
X	JP 6-342768 A (日電アネルバ株式会社) 1994. 12. 13、【0008】、【0018】 (ファミリーなし)	1-11, 13, 15-2 3
X	JP 9-115694 A (東京エレクトロン株式会社) 199 7. 05. 02、全文 (ファミリーなし)	1-11, 13, 15-2 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 06. 02

国際調査報告の発送日

25.06.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 浩一



4 R

8617

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5468296 A (LSI logic Corporation) 1995. 11. 21、全文 & JP 7-211490 A、請求項9	3
Y	JP 8-22129 A (株式会社ニコン) 1996. 01. 2 3、【0002】、【0014】 (ファミリーなし)	5、6
Y	JP 10-102251 A (後藤 俊夫) 1998. 04. 2 1、【0022】 (ファミリーなし)	13
Y	JP 63-158798 A (富士通株式会社) 1988. 0 7. 01、特許請求の範囲、第1図 (ファミリーなし)	9-11
Y	JP 6-302525 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 1994. 10. 28、請求項3 (ファミリーなし)	9-11
Y	JP 11-111708 A (東京エレクトロン株式会社) 19 99. 04. 23、全体 (ファミリーなし)	23
A	JP 11-168094 A (日本電気株式会社) 1999. 0 6. 22、図8-図10 (ファミリーなし)	12、14